

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2006年9月21日 (21.09.2006)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2006/098317 A1

- (51) 国際特許分類:  
B23B 27/14 (2006.01) B23B 27/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/305014
- (22) 国際出願日: 2006年3月14日 (14.03.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2005-074983 2005年3月16日 (16.03.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電  
工ハードメタル株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC  
HARDMETAL CORP.) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹  
市昆陽北一丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 久木野 暁

(KUKINO, Satoru) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市  
昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式  
会社内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 鎌田 文二, 外 (KAMADA, Bunji et al.); 〒  
5420073 大阪府大阪市中央区日本橋1丁目18番  
12号 Osaka (JP).

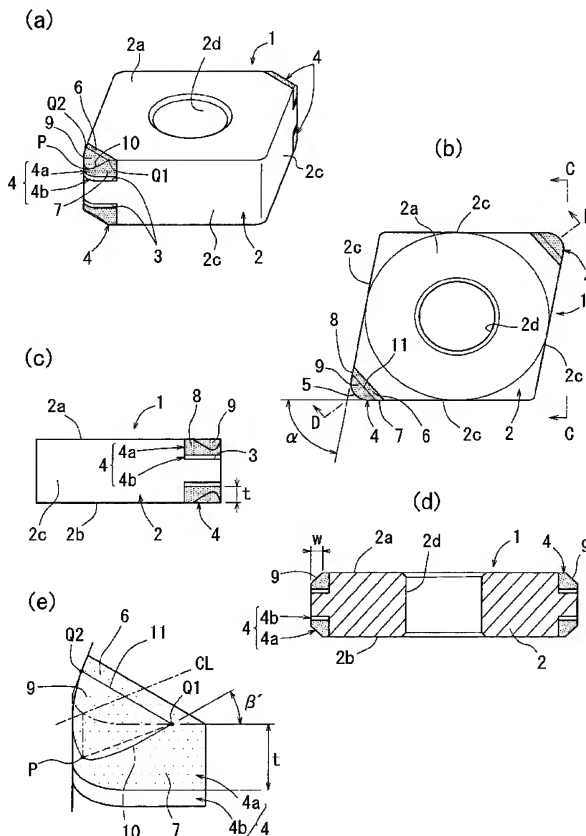
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が  
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,  
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,  
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可  
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: CBN CUTTING TOOL FOR HIGH-GRADE, HIGH-EFFICIENCY MACHINING

(54) 発明の名称: 高品位・高能率加工用CBN切削工具



(57) Abstract: A cutting tool which uses a cBN group sintered body capable of exhibiting an excellent defect resistance even when cutting an iron-based high-hardness, hard-to-cut material at high feed speed for the purpose of high-speed, high-efficiency machining, providing a good surface roughness of the machined surface of a material to be cut and improving fatigue life and sealing property of the machined surface. The cBN group sintered body (4a) of an edge chip (4) is provided with a nose R (5), a cutting face (6), a flank (7) and a negative land (9). An inclination angle  $\beta'$  of the portion serving as a front cutting edge of a cutting edge ridge (10) formed between the negative land (9) and the flank (7) with respect to the cutting surface (6) is set to  $20^\circ$  through  $35^\circ$ , and the position of the cutting edge ridge (10) sinks at maximum at the vertex P of the nose R portion with a sinking amount gradually decreasing from the nose vertex P toward points Q1 and Q2.

(57) 要約: 鉄系高硬度難削材を、高速、高能率加工を目的として高送り切削するときにも優れた耐欠損性を示し、また、被削材の加工面の面粗度も良好で、加工面の疲労寿命やシール性を向上させることができるcBN基焼結体を使用した切削工具を提供することを課題としている。刃先チップ4のcBN基焼結体4aに、ノーズR5、すくい面6、逃げ面7及びネガランド9を設けた。また、ネガランド9と逃げ面7との間に形成される切れ刃稜線10の前切れ刃となす部分のすくい面6に対する傾斜角 $\beta'$ を $20^\circ$ 以上、 $35^\circ$ 以下に設定し、さらに、切れ刃稜線10の位置が、ノーズR部の頂点Pにおいて最大に低下し、その低下量がノーズ頂点PからQ1点とQ2点に向かって次第に小さくなるようにした。

WO 2006/098317 A1



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 高品位・高能率加工用CBN切削工具

#### 技術分野

- [0001] この発明は、鉄系高硬度難削材の高速、高能率切削に利用する、cBN(立方晶型窒化硼素)基焼結体で切れ刃を形成した切削工具、詳しくは、高送り切削においても耐欠損性に優れ、また、面粗度が良好で、疲労寿命やシール性に優れた加工面が得られるCBN切削工具に関する。

#### 背景技術

- [0002] cBN基焼結体で切れ刃を形成したCBN切削工具は、cBN基焼結体の化学的安定性と高硬度により高能率で長寿命を達成できる優れた材料特性と、研削工具を大きく凌ぐ優れた適応性や高環境性が評価され、鉄系難削材、特に、焼入れ鋼の研削加工を切削加工に置換できる工具として認知されている。近年では、工作機械の高剛性化やcBN基焼結体の材種の改良により、例えば鋼からなる自動車のトランスミッション部品の焼き入れ後の加工において、送り量 $f$ が $0.3\text{mm/rev}$ を超える粗加工から、十点平均粗さ( $R_z$ )で $3.2\mu\text{m}$ の面粗さが要求される仕上げ加工にまでCBN切削工具が適用されつつある。
- [0003] 近年では、多品種小ロット生産の導入や環境問題に対する意識の高まりを背景に、切削抵抗が増加する更なる高能率加工や刃先温度が上昇する乾式加工に適用でき、かつ生産コスト低減の観点から、高価なcBN基焼結体の面積を最小限に抑えた形状で十分な切削性能を発揮するCBN切削工具の開発が要求されている。
- [0004] しかしながら、ノーズR部、逃げ面、すくい面及び切れ刃に平行に沿う幅の一定したチャンファー部とで構成される従来のCBN切削工具(以降ノーズR工具と略す)は、被削材の回転方向(主分力方向)の切削負荷に対しては、例えば下記特許文献1や特許文献2のように、逃げ面とすくい面の稜線部に備えられたチャンファー部13のチャンファー幅CWとチャンファー角 $\gamma$ (図9参照)を大きく( $0.1\sim 0.2\text{mm}$ 、 $15^\circ\sim 45^\circ$ 程度が一般的)することで、ある程度耐久性を上げることができるが、高能率加工での高送りや大切り込み切削において発生する工具送り方向や背分力方向の切削

負荷に対しては、効果的な耐久性向上の方法が少なく、ノーズRを大きくすることが唯一の問題解決策として行われているといっても過言ではない。

- [0005] 工具単価が比較的安価なことから広く普及しているcBN基焼結体面積を必要最小限に設定した鑢付けタイプの切削工具では、鑢付け強度確保のためにノーズRの増加可能代が少なく、許容される増加代は高々2.0R(単位はmm、以下も同じ)程度までであった。そのために、ノーズRを可及的に大きくしたチップ、例えば2.0Rとしたチップでも、高送りによる高能率加工では、刃先に加わる高応力に対応できる十分な強度を持ち合わせているとはいえず、例えば、自動車のミッション部品に代表される形状の複雑な焼入れ鋼のならい加工やぬすみ加工においては、0.8R以下のノーズRを有するチップでの高送り加工が要求されることがしばしばある。
- [0006] 更に最近では、加工面の疲労強度やシール性を決定する最終仕上げ工程においても、加工能率や柔軟な適応性の観点で制約のある研削加工に代わり、被削材の加工面に、高品位な表面性状を付与できる切削工具の開発が急務となっている。
- [0007] 従来のノーズR工具では、刃先の幾何学的な形状が転写される切削加工のメカニズムから、高能率加工条件下で、良好な面粗さを得ることは原理的に相反する事象であり、また、従来のノーズR工具を用いての切削加工では、部品の疲労寿命を向上させる圧縮応力を積極的に導入することができなかったことも問題となっていた。
- [0008] これらの問題を解決するための手段として、下記特許文献3において、従来のノーズR工具の前切れ刃にサラエ刃(図10の12)を付加した高能率・高精度加工用のCBN切削工具(以降ワイパー工具と略す)が開発されている。
- [0009] しかしながら、このワイパー工具も、理論上はサラエ刃の幅WWに相当する送り量まで高送り加工を実施しても良好な面粗さが得られるが、高送り、ないしは大切り込み条件での高能率加工では、工具送り方向や背分力方向の切削負荷に対しては、従来のノーズR工具と同様の耐久性しか示さず、切れ刃が欠損しやすい。
- [0010] また、加工面の表面性状についても、従来のノーズR工具と比較すると、被削材の回転方向の残留応力に対しては、ワイパー工具の場合、工具刃先形状の転写によって形成される送りマークM(図3(a)参照)がサラエ刃により繰返し押しならされるバニッシュ効果が発揮されるため、熱応力によって生じる引っ張り応力が緩和され、従来

のノーズR工具と比較すると残留応力が圧縮傾向になる場合があった。

- [0011] しかしながら、工具の送り方向の残留応力については、ワイパー工具も通常のノーズR工具を用いた切削加工と同様の残留応力が付与されることが多く、過酷な状況下で使用される摺動部品や厳密なシール性が要求される部品の加工には適用することができなかった。

特許文献1:実開昭64-34103号公報

特許文献2:特開平8-318411号公報

特許文献3:特開2003-175408号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0012] この発明は、鉄系高硬度難削材を、高速、高能率加工を目的として高送り切削するときにも優れた耐欠損性を示し、また、被削材の加工面の面粗度も良好で、加工面の疲労寿命やシール性を向上させることができるcBN基焼結体を使用したCBN切削工具とそれを用いた旋削加工方法を提供することを課題としている。

### 課題を解決するための手段

- [0013] 上記の課題を解決するため、この発明においては、切削に関与する部位がcBN基焼結体によって形成され、そのcBN基焼結体が、前逃げ面、横逃げ面、ノーズR、すくい面、及びノーズR部近傍のすくい面に形成されるネガランドを有し、前記ネガランドとすくい面との間に形成される稜線が前記前逃げ面、すくい面及びネガランドの3者が交わるQ1点から横逃げ面、すくい面及びネガランドの3者が交わるQ2点に至り、前逃げ面と前記ネガランドとの間及び横逃げ面と前記ネガランドとの間にそれぞれ形成される切れ刃稜線の位置がノーズR部の頂点Pにおいてすくい面から最大に低下し、その低下量が、頂点Pから前記Q1点とQ2点に向かって次第に小さくなっており、さらに前記頂点PからQ1点に向かう直線P-Q1のすくい面に対する傾斜角 $\beta^\circ$ が $20^\circ$ 以上、 $35^\circ$ 以下に設定されたCBN切削工具を提供する。

- [0014] なお、切削に関与する部位を形成するcBN基焼結体は、cBNを体積で45～99.9%含むものが望ましい。

- [0015] この発明のCBN切削工具の好ましい態様と、好ましい使用法は後に詳しく説明す

る。

- [0016] この発明は、上記のCBN切削工具を、使用状態における切れ刃傾き角と横すくい角が共に負、前逃げ角、横逃げ角、前切れ刃角が共に正となり、さらに、ノーズR部の頂点から前記Q1点に至る前切れ刃のすくい面に対する芯下がり角 $\beta$ が $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ でネガランドと逃げ面との間に形成される切れ刃稜線のノーズ頂点Pでの位置が、工具のすくい面と平行な面かつ被削材の回転軸を含む面から0.5mm以上、1.5mm以下、より好ましくは0.7mm以上、1.2mm以下芯下がりとなる状態に配置し、この工具を被削材に切り込ませ、0.1mm/rev以上、0.5mm/rev以下、より好ましくは0.15mm/rev以上、0.5mm/rev以下の送りをかけて外径加工を行う旋削加工方法も提供する。

#### 発明の効果

- [0017] この発明の切削工具は、cBN基焼結体で形成したノーズR部近傍のすくい面に、特殊なネガランドを設けてノーズR部の頂点Pの位置ですくい面からの低下量が最大となり、その低下量が前記Q1点とQ2点に向かって次第に小さくなる切れ刃稜線をノーズR部の両側に作り出しており、使用状態において、被削材の回転方向、工具送り方向のどちらに対してもバニッシュ作用を有する鈍角切れ刃を形成することができる。
- [0018] 既知のチャンファー部は、切れ刃稜線に対して平行で幅も一定している。それと違って、この発明の工具のネガランドは、前逃げ面、横逃げ面のどちら側においてもノーズR部の頂点に向かって下り降りており、そのために、被削材の回転方向だけでなく、工具送り方向にも鈍角をなす3次的に高さ位置の変化した切れ刃を構成して高応力に耐える強度を確保することができる。
- [0019] また、この発明の切削工具の刃先は、この発明の方法で規定した姿勢にして使用すると、切削主分力が作用する方向に見たときに、図2に示すように、工具前切れ刃部における切れ刃稜線10の位置が図に鎖線で示す従来のノーズR工具の切れ刃稜線の位置よりも内側に移り、工具を例えば、図中A方向に送りをかけて使用したときには、切れ刃稜線10の図中点線枠で囲んだ領域がサラエ刃10aとして機能する。
- [0020] 図3(a)に、従来のノーズR工具の刃先の送り状況とこの発明の工具の刃先の送り

状況を示す。また、図3(b)に、加工した面の送りマークM(十点平均面粗さRz)を拡大して示す。図3(a)、図3(b)の一点鎖線は従来のノーズR工具の刃先の軌跡、実線はこの発明の工具の刃先の軌跡を表している。これからわかるように、この発明の切削工具は、使用状態においてサラエ刃が創成され、サラエ刃の無いノーズR工具に比べて加工面の面粗さも向上する。

### 図面の簡単な説明

- [0021] [図1](a)この発明の切削工具の一例を示す斜視図、(b)同上の工具の平面図、(c) (b)のC-C線に沿った側面図、(d) (b)のD-D線に沿った断面図、(e)同上の工具の刃先部の拡大斜視図
- [図2]ネガランドを設けた刃先と設けていない刃先の形状を切削主分力が作用する方向に見て比較した図
- [図3](a)従来工具とこの発明の工具の刃先の送りの軌跡を示す図、(b)従来工具とこの発明の工具の送りマークを比較した図
- [図4]この発明の工具の他の形態を示す斜視図
- [図5]この発明の工具のさらに他の形態を示す斜視図
- [図6]この発明の工具のさらに他の形態を示す斜視図
- [図7]この発明の工具の使用姿勢の説明図
- [図8](a)この発明の工具の使用状態の概略を示す平面図、(b)この発明の工具の使用状態の概略を示す端面図
- [図9](a)刃先部にチャンファーを付けた従来のノーズR工具の概要を示す斜視図、(b)同上の工具の刃先部の拡大断面図
- [図10]従来のワイパー工具の概要を示す斜視図

### 符号の説明

- [0022] 1 切削工具
- 2 超硬合金製基材
- 2a 上面
- 2b 下面
- 2c 側面

- 2d クランプ穴
- 3 座
- 4 刃先チップ
- 4a cBN基焼結体
- 4b バックメタル
- 5 ノーズR
- 6 すくい面
- 7 前逃げ面
- 8 横逃げ面
- 9 ネガランド
- 9a、9b 相反する方向に傾斜した面
- 10 切れ刃稜線
- 11 ネガランドとすくい面との間の稜線
- 12 従来のサラエ刃
- 13 チャンファ一部
- 20 被削材

### 発明を実施するための最良の形態

[0023] 以下、添付図面の図1乃至図7に基づいて、この発明のCBN切削工具の実施形態を説明する。

[0024] 図1に示すCBN切削工具1は、菱形のネガティブ型の刃先交換式チップとして構成されたものである。この切削工具1は、超硬合金製基材2の対角位置にある2つの鋭角コーナ部に座3を形成し、cBN基焼結体で形成される小片の刃先チップ4を座3に鑲付けして取付け、その刃先チップ4に、ノーズR5、すくい面6、前逃げ面7、横逃げ面8及びネガランド9を設けている。左右の勝手の無い工具では、その工具の使い方によって逃げ面7と逃げ面8の前、横の関係が入れ替わることがあるがここでは説明の便宜上7を前逃げ面、8を横逃げ面と称する。

[0025] 超硬合金製基材2は、互いに平行な上面2a、下面2bと、それらの面の各辺に直角に交わる4つの側面2cと、上面2a、下面2bの中心部を貫通したクランプ穴2dを有す



る。面2a、2bは、同一構造の面であり、両者に上下の関係はないが、説明の便宜上ここでは面2aを上面、面2bを下面と言う。この超硬合金製基材2の上下面の各鋭角コーナ部に、cBN基焼結体4aと超硬合金のバックメタル4bとからなる刃先チップ(cBN基焼結体のみで構成される単層構造の刃先チップでもよい)4を鑢付けして取付けており、4箇所のコーナ部を切削に使用することができる。刃先チップ4を構成するcBN基焼結体は、焼き入れ鋼の高能率切削で良好な性能を得るために、cBNを体積で45～99.9%含むものを採用している。

[0026] 刃先チップ4に設けたネガランド9は、すくい面6と逃げ面7、8の両者に対してともに鈍角に交わっている。また、そのネガランド9は、前切れ刃として使用する切れ刃稜線10(頂点PからQ1点に向かう直線P-Q1)のすくい面6に対する傾斜角 $\beta'$ が $20^\circ$ 以上、 $35^\circ$ 以下になるランドにしており、さらに、そのネガランド9と前逃げ面7との間に形成される切れ刃稜線(前切れ刃となる)10の位置が、ノーズR部の頂点Pにおいて最大に低下し、その低下量が、頂点Pから頂点の両側のQ1点、Q2点の双方に向かって次第に小さくなっている。Q1点は、すくい面6、前逃げ面7及びネガランド9の3者が交わる点であり、Q2点は、すくい面6、横逃げ面8、ネガランド9の3者が交わる点である。ネガランド9とすくい面6との間に形成される稜線11は、Q1点からQ2点に至っている。

[0027] 経済性に優れる極力小さな刃先チップを使用して目的の工具を実現するために、ノーズR5のR寸法は、0.4mm以上、1.6mm以下、ノーズR部の頂角 $\alpha$ は、 $55^\circ$ ～ $90^\circ$ 、ノーズR部の頂点PからQ1点に至る切れ刃稜線10(この稜線が前切れ刃として使用される)のすくい面6に対する傾斜角 $\beta'$ は、 $20^\circ$ ～ $35^\circ$ 、ノーズR部の頂角 $\alpha$ の2等分点におけるネガランド9のランド幅Wは、0.5mm以上、2.0mm以下に設定するのが好ましい。

[0028] 刃先交換式チップのノーズ部の頂角は、ISO規格では、 $55^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $80^\circ$  および  $90^\circ$  に分類されている(上から順にISO分類のD、T、C、S)。これらの規格に適合した刃先交換式チップにこの発明を適用する場合には、ノーズR5のR寸法を0.8mm以上、1.2mm以下にし、さらに、前述の傾斜角 $\beta'$ を $25^\circ$ 以上、 $32^\circ$ 以下に、ネガランド9の幅(頂角 $\alpha$ の2等分点における最大幅)Wを0.5mm以上、1.5mm以下に

それぞれ設定するのがよい。

- [0029] 刃先チップ4は、cBN基焼結体のみで形成された単層構造の小片チップ、又はcBN基焼結体と超硬合金などのバックメタルが一体化された積層構造の小片チップのどちらであってもよい。この刃先チップ4の超硬合金製基材2による保持は、鑢付けに限定されない。安定保持が可能であれば、一体焼結、圧入、焼き嵌め、冷やし嵌め、セルフグリップ(自己拘束)式クランプ機構による固定なども利用できる。
- [0030] 刃先チップ4は、耐久性を確保するためにcBN基焼結体の厚み $t$ を、0.8mm以上、1.5mm以下にするのがよく、また、この刃先チップ4を超硬合金製基材2に鑢付けする場合の鑢付け面積は、コスト低減のためのチップサイズの縮小と接合強度の確保を両立させるために $2.5\text{mm}^2$ 以上、 $5\text{mm}^2$ 以下にするがよい。また、刃先形状は、図4に示すような右左の勝手があるものも採用できるが、それよりは図1に示すような勝手なしの設計、すなわち、ノーズR部の頂角 $\alpha$ の2等分線を基準にして対称形状にしたものが外周加工だけでなく、端面加工にも利用できて好ましい。
- [0031] 図5、図6は、勝手なしの刃先形状の他の例を示している。図5の工具は、ネガランド19を、ノーズR部の頂角 $\alpha$ の2等分線上で交差する、相反する方向に傾いた2つの面9a、9bで構成している。面9a、9bはノーズR部の頂角 $\alpha$ の2等分線CLを基準にして対称形状をなし、ノーズR部の頂点Pの位置で高さが最も低くなっている。図6の工具は、平面視においてノーズR部の頂角 $\alpha$ の2等分線CLを基準にして対称形状をなす曲面でネガランド29を構成しており、図5の工具の変形例と考えてよい。
- [0032] 刃先交換式チップの中には、ISO規格で超硬合金製基材2の厚み $t_1$ が、3.18mm、4.76mm、6.35mmのうちのいずれかに設定され(ISO規格の03、04ないし05)、その超硬合金製基材2にクランプ穴2dが設けられ(このクランプ穴は必須ではない)、さらにその超硬合金製基材2が、直径 $\phi = 6.35\text{mm}$ 、9.525mm又は12.7mmの内接円寸法をもち、cBN基焼結体で形成される刃先(ノーズR部)の頂角 $\alpha$ が $80^\circ$ に設定されたものがある。この発明は、これらの刃先交換式チップにも適用することができる。
- [0033] なお、ノーズR部近傍のすくい面に設けるネガランドは、フラットなランドに限定されない。図5に示すように複数の面が角度をもって山折れの状態に連なったネガランド

19や、図6に示すような曲面のあるネガランド29であってもよい。また、ノーズR部の頂角 $\alpha$ の2等分線CLを基準にして非対称形状の図4に示すようなネガランド39であってもよい。このほか、この発明を適用する工具は、逃げ面7をすくい面6に対して90°以下の角度で交わらせたものや正方形の刃先交換式チップなどであってもよい。

[0034] この発明のCBN切削工具は、図7に示す切れ刃傾き角 $\lambda$ と横すくい角 $\gamma_n$ が共に負、前逃げ角 $\alpha_{of}$ 、横逃げ角 $\alpha_{os}$ 、前切れ刃角 $\kappa_f$ 、横切れ刃角 $\kappa_s$ が共に正となり、さらに、図8に示すネガランド9の芯下がり角 $\beta$ が20°～35°で、ネガランド9と前逃げ面7との間に形成される切れ刃稜線10の位置がノーズR部の頂点Pにおいて芯下がり量 $h=0.5\text{mm}$ 以上、 $1.5\text{mm}$ 以下となる状態に配置して旋削加工に供する。

[0035] 芯下がり角 $\beta$ とは、工具の使用状態において定まる角度であり、前切れ刃として使用する稜線（ノーズR部の頂点PからQ1点に至る切れ刃稜線10（直線P-Q1））のすくい面6に対する傾き角を言う。この芯下がり角 $\beta$ は、20°以下では効果的なサラエ刃が創成されず、また、35°を超えると切削抵抗が大きくなって耐欠損性改善の効果が薄れる。

[0036] 芯下がり量 $h$ は、工具のすくい面6と平行な面かつ被削材20の回転軸Oを含む面Tからの切れ刃のノーズ頂点部での低下量である。この芯下がり量 $h$ を $0.5\text{mm}$ 以上、 $1.5\text{mm}$ 以下としたときに切れ刃の耐欠損性向上と加工面の面粗度向上の効果がともに発揮される。なお、このような芯下がり配置での旋削加工は、通常行われていない。

[0037] この旋削加工での工具送り量 $f$ は、 $0.1\text{mm/rev}$ 以上、 $0.5\text{mm/rev}$ 以下に設定するのがよい。より好ましくは、図8(b)に示す芯下がり量 $h$ を $0.7\text{mm}$ 以上、 $1.2\text{mm}$ 以下とし、工具送り量 $f$ を $0.15\text{mm/rev}$ 以上、 $0.5\text{mm/rev}$ 以下に設定して加工を行うのがよく、この条件を満たすと発明の効果がより顕著に発揮される。

[0038] 以下により詳細な実施例を挙げる。

### 実施例 1

[0039] 表1に示す、形状の異なるcBN基焼結体で切削に関与する部位を形成した試料番号1～39のCBN切削工具を用意し、下記の条件にて切削性能の評価を行った。

[0040] cBN基焼結体は、cBN粉末と、TiN及びAlからなる結合材粉末を超合金製のボ

ールミルで混合し、超高压装置を用いて5GPa、1500°Cの条件で焼結したものであって、平均粒径 $3\mu\text{m}$ のcBN粒子を体積比で60%含有し、残部がTiNを主成分とするTi化合物とAlの窒化物、硼化物、酸化物などのAl化合物、及び微量のWやCo化合物からなる。

[0041] 本実施例で用いた切削工具は、いずれも、cBN基焼結体を有する、厚み1.8mm、ノーズR部頂角 $\alpha$  80°、底辺長さ4mmの刃先チップを鋼製シャンクに直接接合したもの、あるいは、ノーズR部頂角 $\alpha$ が80°の上記と同一仕様のcBN基焼結体の刃先チップを超硬合金製基材(台金)に接合して構成されたISO型番:CNMA120404、CNMA120408、CNMA120412、CNMA120416、及びCNMA120420に分類されるチップ形状の工具をベースにして数種類の従来形状のチャンファーやこの発明を特徴付けるネガランドを刃先に備えさせたものである。

[0042] いずれの工具も、cBN基焼結体と超硬合金のバックメタルを有する刃先チップを鋼製シャンクや超硬合金製基材に鑢付けし、この刃先チップにすくい面とノーズRを研削して付与した後、前述のチャンファーやネガランドを研削して設けた。チャンファーやネガランドを付す前のcBN基焼結体の厚みは、各工具とも1.5mmであり、0.8R、1.2R、1.6R、2.0RのノーズRを有する(工具形状の末尾の2桁の数字がR寸法を表す)刃先チップ底面の鑢付け面積は、それぞれ $3.15\text{mm}^2$ 、 $2.90\text{mm}^2$ 、 $2.55\text{mm}^2$ 、 $2.10\text{mm}^2$ であった。

[0043] 図8で説明した工具の使用状態における切刃傾き角 $\lambda$ 、横すくい角 $\gamma_n$ 、前逃げ角、横逃げ角、前切れ刃角、横切れ刃角は、それぞれ、上から順に $-5^\circ$ 、 $-5^\circ$ 、 $5^\circ$ 、 $5^\circ$ 、 $5^\circ$ 、 $-5^\circ$ とし、各試料とも諸元が同一となるようにした。また、前切れ刃となる稜線の芯下がり量 $h$ 、ネガランド幅 $W$ 、前記稜線の芯下がり角 $\beta$ は表2に示す値に設定し、さらに、被削材及び切削条件は以下の通りとした。

[0044] 被削材:JIS型番:SCR415H外周加工(DIN型番:15Cr3相当品)、硬度HRC58~60

切削速度: $V=150\text{m}/\text{min}$

切り込み: $d=0.2\text{mm}$

送り量: $f=0.3\text{mm}/\text{rev}$

加工形態: 丸棒の外径部の連続加工、クーラントなし

[0045] 評価試験の結果を表1に併せて示す。

[0046] [表1]

試料 No	工具形状	芯下がり 角 $\beta$	ネガラン ド幅 W	芯下がり 量 h	欠損迄の 切削時間	面粗度 Rz	被削材切削面の残 留応力 (円周方向)	被削材切削面の残 留応力 (軸方向)	備 考
No.		°	mm	mm	min	$\mu\text{m}$	GPa	GPa	
1	CNNM120404	0	-	0	3	20.8	-0.2	-0.2	$\gamma: 25^\circ$ , CW: 0.15mm
2	CNNM120408	0	-	0	9	12.5	-0.2	-0.2	$\gamma: 25^\circ$ , CW: 0.15mm
3	CNNM120408	0	-	0.80	9	12.3	-0.2	-0.2	$\gamma: 25^\circ$ , CW: 0.15mm
4	CNNM120416	0	-	0	11	7.5	-0.3	-0.2	$\gamma: 25^\circ$ , CW: 0.15mm
5	CNNM120420	0	-	0	12	6.5	-0.3	-0.2	$\gamma: 25^\circ$ , CW: 0.15mm
6	CNNM120408	0	-	0	8	10.8	-0.3	-0.2	$\gamma: 45^\circ$ , CW: 0.15mm
7	CNNM120408	0	-	0	10	10.8	-0.3	-0.2	$\gamma: 25^\circ$ , CW: 0.4mm
8	CNNM120408	0	-	0	11	10.9	-0.3	-0.2	$\gamma: 35^\circ$ , CW: 0.4mm
9	CNNM120408	0	-	0	11	11.0	-0.3	-0.2	$\gamma: 45^\circ$ , CW: 0.4mm
10	CNNM120408	0	-	0.80	11	11.5	-0.2	-0.2	$\gamma: 45^\circ$ , CW: 0.4mm
11	CNNM120408	0	-	0	9	2.5	-0.4	-0.3	WW: 0.5, $\gamma: 25^\circ$ , CW: 0.15mm
12	CNNM120408	0	-	0	7	2.7	-0.5	-0.3	WW: 0.5, $\gamma: 45^\circ$ , CW: 0.4mm
13	CNNM120408	17.5	1.70	0.80	10	10.0	-0.5	-0.4	
14	CNNM120408	20.0	1.50	0.80	15	6.0	-0.6	-0.5	
15	CNNM120408	20.0	0.80	0.80	15	6.0	-0.6	-0.5	
16	CNNM120408	25.0	0.80	0.80	18	5.5	-0.6	-0.5	
17	CNNM120408	35.0	0.80	0.80	20	2.8	-0.7	-0.5	
18	CNNM120408	45.0	0.80	0.80	9	-	-	-	ビバリ発生
19	CNNM120408	25.0	1.10	0.80	18	5.5	-0.6	-0.5	
20	CNNM120408	25.0	1.50	0.80	18	5.5	-0.6	-0.5	
21	CNNM120408	25.0	2.00	0.80	14	5.5	-0.6	-0.5	
22	CNNM120408	25.0	3.00	0.80	1	-	-	-	
23	CNNM120408	32.0	0.45	0.80	8	10.0	-0.4	-0.4	
24	CNNM120408	32.0	0.50	0.80	13	3.1	-0.6	-0.5	
25	CNNM120408	32.0	0.70	0.70	25	2.4	-0.7	-0.5	
26	CNNM120408	32.0	0.80	0.80	27	2.2	-0.7	-0.5	
27	CNNM120408	32.0	0.95	0.80	25	2.5	-0.6	-0.5	
28	CNNM120408	35.0	0.75	0.80	20	2.8	-0.7	-0.5	
29	CNNM120408	45.0	0.60	0.80	9	-	-	-	ビバリ発生
30	CNNM120408	32.0	0.80	0	1	-	-	-	
31	CNNM120408	32.0	0.80	0.45	10	9.5	-0.3	-0.3	
32	CNNM120408	32.0	0.80	0.50	18	3.5	-0.5	-0.4	
33	CNNM120408	32.0	0.80	0.70	24	2.5	-0.7	-0.5	
34	CNNM120408	32.0	0.80	1.2	20	2.7	-0.6	-0.5	
35	CNNM120408	32.0	0.80	1.5	20	4.5	-0.5	-0.5	
36	CNNM120408	32.0	0.80	2.0	2	-	-	-	
37	CNNM120404	32.0	0.80	0.80	23	2.3	-0.7	-0.5	
38	CNNM120416	32.0	0.80	0.80	24	2.2	-0.7	-0.5	
39	パイプタイ	32.0	0.80	0.80	27	2.2	-0.6	-0.5	

## [0047] ※1

・No.1～No.10の工具は、従来形状のcBN基焼結体を刃先部に鑢付けしたチップ(従来のノーズR工具)であり、それぞれ0.4R～2.0RのノーズRを有し、かつ、刃先稜線部に、幅CW:0.15～0.4mm、チャンファア角 $\gamma$ :25°～45°の刃先稜線と平行な一定幅のチャンファアを有する。

・No.11、12は、従来形状のcBN基焼結体を刃先部に使用した鑢付けチップ(従来のワイパー工具)であり、0.8RのノーズRと、No.10までの工具と同一仕様のチャンファアを有し、そのチャンファアに加えてさらにワイパー幅WW:0.5mmのサラエ刃を有する。

・No.1～38は、切削に關与する部分にcBN基焼結体を用いた刃先交換式チップを、一辺の寸法が25mmの角柱状鋼製ホルダにピンロック方式のクランプ機構で固定した工具。試料No.39は、切削に關与する部分にcBN基焼結体を用いた刃先チップを一辺の寸法が25mmの角柱状鋼製シャンクに直接鑢付けした工具である。旋盤タレット部からの刃先までの突き出し量は、全試料とも40mmにした。

・cBN基焼結体の鑢付けは、72wt%Ag－25wt%Cu－3wt%Tiの組成の活性鑢材を使用して行った。

## [0048] ※2

・加工面の面粗度(以下単に面粗度という)と加工面の残留応力(以下単に残留応力という)の測定は、切削開始から5分後の時点で、欠損を生じていない工具で加工した面について行った。

・面粗度は、JIS B0601に準拠した十点平均粗さ(Rz)であり、カットオフ0.8 $\mu$ m、基準長さ4mmの条件で被削材の軸方向で測定した。

・残留応力は、微小部X線応力測定装置と化学処理を用いたエッチングにより、表面から20 $\mu$ mの深さの残留応力を測定し、表1中の一記号は圧縮応力が残留していることを表す。

## [0049] 実施例1の試験結果を表1に併せて示す。

—総評—

ネガランドを設けたNo.13～No.39の工具の中でも、前述の芯下がり量hを0.5mm

以上、1.5mm以下に設定して使用するこの発明のCBN切削工具(No.13~17、19~21、24~28、32~35、37~39)は、従来のCBN切削工具(No.1~No.12)と比較すると欠損までの工具寿命、面粗度、残留応力のいずれにおいても優れるが、芯下がり量 $h$ を0.7~1.2mmとして使用したものが特に良好な面粗度を達成している。

[0050] 芯下がり量 $h$ がこの発明の規定範囲外のNo.30、31の工具は、3次元的に変位した稜線によって創成されるサラエ刃と被削材の加工面との間の隙間が大きく、そのために、面粗度が悪い。

[0051] No.13~17、19~21、24~28、32~35、37~39より、前切れ刃となる稜線の芯下がり角 $\beta$ が $20^\circ$ 以上、 $35^\circ$ 以下であるこの発明のCBN切削工具の中でも特に、芯下がり角 $\beta$ が $25^\circ \sim 35^\circ$ のものが良好な面粗度を達成している。芯下がり角 $\beta$ が $45^\circ$ のNo.18とNo.29の工具は、切削抵抗が大きく加工が不安定になって切れ刃の欠損を招き短寿命になっている。

[0052] また、ネガランドの幅 $W$ が0.5mm以上、2.0mm以下のこの発明の工具、中でもネガランドの幅 $W$ が0.5mm~1.5mmの工具(No.14~17、19、20、24~28、32~34、37~39)が、No.1~12の従来工具と比較して寿命、面粗度、残留応力ともに良好な結果が得られている。このネガランドの幅 $W$ が3.0mmの試料No.22は、ノーズR部の頂点Pにおける切れ刃稜線のすくい面からの低下量が大きくなった分、cBN基焼結体の刃先チップ厚みが薄くなり、それによる強度低下によって早期に欠損した。また、このネガランドの幅 $W$ が0.45mmのNo.23の工具は、前述の切れ刃稜線のすくい面からの低下量を十分に確保できず、Q1点を越えた位置でも切削が行われるため、面粗度が低下し、切れ刃の欠損も比較的早期に発生している。

[0053] なお、cBN基焼結体の厚みは、厚くするほど強度を確保し易いが、その厚みが1.5mmを超えると高価なcBNの使用量が増加し、工具製造時の研削性も悪くなるので、製造コストの観点から1.5mm以下にするのが望ましい。

[0054] この発明のCBN切削工具は、No.1~No.12の従来工具と比較して残留圧縮応力が大きい。中でも、被削材切削面の軸方向(工具送り方向)圧縮応力の残留が顕著である。これは、この発明の工具の刃先形状が、従来のチャンファー形状やワイパー形

状と違って工具送り方向にも強力なバニッシュ作用を発揮したからであると推測される。

- [0055] なお、No.1～No.12の従来工具は、cBN基焼結体からなる刃先チップだけでなく、超硬合金の台金にもチャンファーやホーニング加工を施す必要がある。これに対し、この発明のCBN切削工具は、ネガランド付与のための研磨やホーニングを刃先部分のみに行えばよく、生産性や製造コストの面でも従来工具に比べて有利になる。

## 実施例 2

- [0056] 表2に示すNo.41～No.56の工具を準備した。ここで用いた工具は、いずれも、底辺長さ4mm、厚み1.1mmのcBN基焼結体(組成は実施例1のものと同じ)と厚み0.7mmの超硬合金製バックメタルが一体焼結された刃先チップを超硬合金製基材(台金)にバックメタルを鑢付けして取り付け、ISO型番のCNMA120412、CNMA120416、CNMA120420に分類される頂角 $\alpha$  80°の菱形の刃先交換式チップをベースにしてそのチップのcBN基焼結体に数種類のチャンファーや、実施例1と同様の平面状ネガランドなどを付加したものである。超硬合金製基材に対する刃先チップの鑢付けは、Cu50wt%－Ti25wt%－Zr25wt%の組成の活性鑢材を用いて行った。
- [0057] 各工具とも、基材に刃先チップを鑢付けした後、cBN基焼結体のすくい面とノーズRを研削加工し、その後、チャンファーやネガランドをつけるための刃先加工を行った。チャンファーやネガランドを付す前のcBN基焼結体の厚みは、No.56の工具が0.7mmで、その他の工具は全て0.8mmである。0.8R、1.2R、1.6R、2.0Rの4種類のノーズRを有する工具の刃先チップ底面の鑢付け面積は、上から順に3.15mm<sup>2</sup>、2.90mm<sup>2</sup>、2.55mm<sup>2</sup>、2.10mm<sup>2</sup>であった。
- [0058] いずれの工具も、図7で説明した使用状態における切れ刃傾き角 $\lambda$ 、横すくい角 $\gamma_n$ 、前逃げ角 $\alpha_{of}$ 、横逃げ角 $\alpha_{os}$ 、前切れ刃角 $\kappa_f$ 、横切れ刃角 $\kappa_s$ が、それぞれ上から順に－5°、－5°、5°、5°、5°、－5°になる設定にし、前切れ刃となる稜線の芯下がり量h、ネガランド幅W、前記稜線の芯下がり角 $\beta$ は、表2に示す値に設定し、さらに、被削材及び切削条件は以下の通りとした。
- [0059] 被削材:JIS型番:SCR415H端面加工(DIN型番:15Cr3相当品)、硬度HRC58



～60

切削速度:  $V = 120 \text{ m/min}$

切り込み:  $d = 0.25 \text{ mm}$

送り量:  $f = 0.1 \sim 0.6 \text{ mm/rev}$

加工形態: 円盤端面部の断続切削、クーラントなし

[0060] 評価試験の結果を表2に示す。

[0061] [表2]

試料 No.	工具形状	芯下がり 角 $\beta$	ネガランド 幅 W	芯下がり 量 h	フレーキング欠 損迄の切削個数	面粗度 Rz	送り量	備 考
No.		°	mm	mm	個	$\mu m$	mm/rev.	
41	CNMA120408	0	-	0	3	11.0	0.3	$\gamma:25^\circ$ , CW:0.15mm
42	CNMA120412	0	-	0	9	10.5	0.3	$\gamma:25^\circ$ , CW:0.15mm
43	CNMA120412	0	-	0	9	3.6	0.08	$\gamma:25^\circ$ , CW:0.15mm
44	CNMA120412	0	-	0	9	5.0	0.15	$\gamma:25^\circ$ , CW:0.15mm
45	CNMA120416	0	-	0	7: 鋸付け外れ	8.0	0.3	$\gamma:25^\circ$ , CW:0.15mm
46	CNMA120420	0	-	0	3: 鋸付け外れ	7.0	0.3	$\gamma:25^\circ$ , CW:0.15mm
47	CNMA120412	0	-	0	0.5	-	0.3	$\gamma:40^\circ$ , CW:0.15mm
48	CNMA120412	0	-	0	9	-	0.3	WW:0.5, $\gamma:25^\circ$ , CW:0.15mm
49	CNMA120412	26.0	1.0	0.70	-	10.5	0.08	初期からビバリ発生
50	CNMA120412	26.0	1.0	0.70	28	2.8	0.10	
51	CNMA120412	26.0	1.0	0.70	35	2.9	0.12	
52	CNMA120412	26.0	1.0	0.70	33	3.0	0.15	
53	CNMA120412	26.0	1.0	0.70	25	3.5	0.3	
54	CNMA120412	26.0	1.0	0.70	20	3.6	0.5	
55	CNMA120412	26.0	1.0	0.70	6: 鋸付け外れ	3.8	0.6	
56	CNMA120412	26.0	1.0	0.70	20	3.0	0.15	

・No.41～No.47の工具は、cBN基焼結体を刃先部に鑢付けしたチップであり、それぞれ0.8R～2.0RのノーズRを有し、かつ、刃先稜線部に、幅CW:0.15mm、チャンファ角 $\gamma$ :25°の刃先稜線と平行な一定幅のチャンファを有する(従来のノーズR工具)。

・No.48の工具は、cBN基焼結体を刃先部に使用した鑢付けチップであり、1.2RのノーズRと、No.41～No.47の工具と同一仕様のチャンファを有し、そのチャンファに加えてさらにワイパー幅WW:0.5mmのサラエ刃を有する(従来のワイパー工具)。

・No.49～No.55の工具は、切削に關与する部分にcBN基焼結体を用いた刃先交換式チップを、実施例1と同様に一辺の寸法が25mmの角柱状鋼製ホルダにピンロック方式のクランプ機構で固定した工具であり、旋盤タレット部からの刃先までの突き出し量は、全試料とも40mmにした。

[0063] ※2

・加工面の面粗度の測定は、切削開始から2個を加工した時点で、切れ刃に欠損を生じていない工具について行った。測定値は実施例1と同じRz表示である。

[0064] — 総評 —

高硬度の焼き入れ鋼の切削では、工具の刃先に極めて大きな配分力が負荷される。特に、本実施例のような高送り、大切り込み条件での断続切削加工では、大きな背分力が衝撃として刃先に負荷されるため、工具のすくい面にフレーキング欠損(貝殻状の欠け)を生じやすくなり、表2のNo.41～No.56までの工具で欠損を生じたものは、いずれもそのフレーキング欠損であった。

[0065] 従来工具でも、ノーズRを大きくすることにより高送りによる高能率切削用途においてもある程度の寿命を期待できるが、ノーズRを大きくしすぎると刃先チップの鑢付け面積が減少し、そのために高送り条件で高切削抵抗が負荷されると、鑢付け部が破壊されて刃先チップの外れが発生する(No.45、46)。

[0066] また、チャンファ角 $\gamma$ が40°のNo.47の工具は、鑢付け部が外れる前の切削初期に切れ刃の欠損が発生し、短寿命となっている。これは、チャンファ角 $\gamma$ が大きすぎるために切れ味が悪く、切削抵抗が増加したことが原因と推定される。

- [0067] No.48のサラエ刃を有するワイパー工具は、刃先チップの鑢付け部の外れは生じていないが、No.41～No.46の工具と同様、フレーキング欠損が生じた。
- [0068] 一方、No.50～No.54、56のこの発明の工具は、送り量 $0.15\text{mm/rev} \sim 0.5\text{mm/rev}$ の広範囲な高送り条件下でも鑢付けした刃先チップの外れは発生しておらず、更にフレーキング欠損も抑制されており、また、実施例1の結果と同様に、切れ刃の3次元変位によって創成されたサラエ刃の効果によって良好な面粗度を達成している。
- [0069] No.50～No.54、56のこの発明の工具がフレーキングを発生しにくくなった理由は、大きな背分力が衝撃的に工具刃先に負荷されたときに、脆性材料であるcBN基焼結体に対して主分力方向(すくい面法線方向)に引っ張り応力が加わるが、この発明の工具は、ネガランドの作用によって、主分力方向、工具送り方向のいずれにおいても、切り屑生成の反作用として大きな圧縮応力が刃先に負荷され、前記背分力による引っ張り応力をキャンセルするためと考えられる。
- [0070] No.55の工具は、鑢付けした刃先チップの外れが発生し、No.50～No.54の工具と比較し、面粗度も悪い。これは、送り量が $0.6\text{mm/rev}$ と極めて過酷であったためである。
- No.49の工具では、切削初期からのビビリ発生により、従来工具よりも面粗度が劣る結果となったが、これは送り量が $0.08\text{mm/rev}$ と小さい低送り条件では、この発明の工具形状の場合固有振動が発生しやすくなったためと推定される。従って、この発明の工具は、送り量を $0.1 \sim 0.5\text{mm/rev}$ とする加工条件が適しており、 $0.12 \sim 0.5\text{mm/rev}$ での使用がより好ましく、加工能率を重視した場合には、 $0.15 \sim 0.5\text{mm/rev}$ にするとさらに好ましい。
- [0071] No.56の工具は、No.44の従来工具と比較して耐欠損性が向上し、面粗度についても改善されているが、cBN基焼結体の厚みが $0.8\text{mm}$ であり、工具剛性がより高いNo.52の工具は、No.56の工具よりも耐欠損性がさらに向上している。

### 実施例 3

- [0072] 表3に示すNo.61～No.71の工具を準備した。ここで用いた工具は、実施例1と同じ材種のcBN基焼結体と超硬合金製バックメタルが一体焼結された刃先チップを超硬

合金製基材に超硬バックメタルを鑢付けして接合したISO型番のD(頂角 $\alpha = 55^\circ$ )、T(頂角 $\alpha = 60^\circ$ )、C(頂角 $\alpha = 80^\circ$ 、及びS(頂角 $\alpha = 90^\circ$ )の菱形の刃先交換式チップをベースにしてそのチップのcBN基焼結体に数種類のチャンファード、図1、図5、及び図6に示す形状のネガランドを付加したものである。

[0073] No.67の工具は、刃先部のネガランドを加工した後にさらに、基材を含めた表面に、PVD法(アークイオンプレーティング)で $(\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5})\text{N}$ の組成の硬質膜を $3\mu\text{m}$ 厚さに被覆した。

[0074] 各工具とも、基材に刃先チップを鑢付けした後、cBN基焼結体のすくい面とノーズRを研削加工し、その後、チャンファードやネガランドをつけるための刃先加工を行った。チャンファードやネガランドを付す前のcBN基焼結体の厚みは、いずれの工具も1.2mmであり、刃先チップ底面の鑢付け面積は、 $2.90\text{mm}^2$ とした。また、超硬合金製基材に対する刃先チップの鑢付けは、実施例2と同じ組成の活性鑢材を用いて行った。

[0075] 各工具の、図7で説明した使用状態における切れ刃傾き角 $\lambda$ 、横すくい角 $\gamma_n$ 、前逃げ角 $\alpha_{of}$ 、横逃げ角 $\alpha_{os}$ 、前切れ刃角 $\kappa_f$ 、横切れ刃角 $\kappa_s$ は、D型番の工具については上から順に $(-7^\circ, -5^\circ, 7^\circ, 5^\circ, 32^\circ, -3^\circ)$ とし、また、T型番の工具については $(-6^\circ, -6^\circ, 6^\circ, 6^\circ, 15^\circ, -15^\circ)$ 、C型番の工具については $(-5^\circ, -5^\circ, 5^\circ, 5^\circ, 5^\circ, -5^\circ)$ 、S型番の工具については $(-5^\circ, -6^\circ, 5^\circ, 6^\circ, 15^\circ, 15^\circ)$ とした。また、各工具ともノーズRは0.8mmに統一した。また、前切れ刃となる稜線の芯下がり量 $h$ 、ネガランド幅 $W$ 、前記稜線の芯下がり角 $\beta$ は、表3に示す値に設定し、さらに、被削材及び切削条件は以下の通りとした。

[0076] 被削材:JIS型番:SCR415H端面加工(DIN型番:15Cr3相当品)、硬度HRC48~60(表面から深さ方向に硬度が変化(低下)し、切り込み1mmの深さ位置の硬度がHRC48)

切削速度: $V=100\text{m}/\text{min}$

切り込み: $d=1.0\text{mm}$

送り量: $f=0.2\text{mm}/\text{rev}$

加工形態:外径と端面の面積の割合が1:1の複合加工(浸炭層除去加工)、外径と

端面の境界は0.8R以下のR面にする必要がある。エマルジョンタイプ20倍希釈のクーラント使用

[0077] 評価試験の結果を表3に示す。

[0078] [表3]

試作 No.	工具形状	ネガランドの 形状	芯下がり 角 $\beta$ °	ネガランド 幅 W mm	芯下がり 量 h mm	欠損迄の 切削時間 min	逃げ面 摩耗量 $\mu\text{m}$	面粗度 Rz $\mu\text{m}$	切り屑 長さ mm	考 備
No.										
61	DNMA150408	-	0	-	0	20	0.090	7.0	300	$\gamma:25^\circ$ , CW:0.15mm
62	DNMA150408	平面	29.0	1.10	0.80	60	0.093	3.5	60	
63	TNMA160408	-	0	-	0	18	0.087	8.0	290	$\gamma:25^\circ$ , CW:0.15mm
64	TNMA160408	平面	28.0	1.10	0.80	65	0.086	3.5	60	
65	CNMA120408	-	0	-	0	22	0.090	7.2	295	$\gamma:25^\circ$ , CW:0.15mm
66	CNMA120408	平面	24.0	1.10	0.80	70	0.090	3.5	50	
67	CNMA120408	平面	24.0	1.10	0.80	100	0.050	3.5	55	PVD 被膜
68	CNMA120408	曲面	24.0	1.10	0.80	75	0.092	3.0	45	
69	CNMA120408	多面	24.0	1.10	0.80	80	0.090	3.0	40	
70	SNMA120408	-	0	-	0	22	0.085	8.0	310	$\gamma:25^\circ$ , CW:0.15mm
71	SNMA120408	平面	22.0	1.10	0.80	70	0.085	3.5	60	

## [0079] ※1

・No.61、63、65、70の工具は、従来形状のcBN基焼結体を刃先部に使用した鑢付けチップであり、それぞれが0.8RのノーズRを有し、かつ刃先稜線部に幅CW:0.15mm、チャンファア角 $\gamma$ :25°のチャンファアを設けた(従来工具と比較例)。

・No.67の工具は、刃先諸元はNo.66の工具と同じであるが、基材を含めた表面に、 $(\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5})\text{N}$ の組成の硬質膜をPVD法で被覆している。

・表3の各工具は実施例1と同様、切削の関与する部分にcBN基焼結体を用いた刃先交換式のチップを、一辺の寸法が25mmの角柱状の鋼製ホルダにピンロック方式で固定した工具であり、旋盤タレット部からの工具刃先までの突き出し量はいずれの工具も40mmとした。

## [0080] ※2

・面粗度 $R_z$ の測定は、切削開始後15分の時点で実施例1と同様にして行った。逃げ面の摩耗量については、切削開始後15分の時点で、実態顕微鏡で観察しながら測定した。また、切り屑の長さについては、切削開始後5分の時点での切り屑を回収してその長さを測定した。

## [0081] ー総評ー

本実施例では、被削材の外径と端面の境界部の形状の制約により、0.8R以下のノーズRを有する工具での加工が必須であるが、高送りでの高能率加工であるために、No.61、63、65、70の従来工具は送り分力の上昇に起因する欠損が発生して短寿命になっている。

[0082] 一方、No.62、64、66～69、71のこの発明の工具は、いずれも大幅に耐欠損性が向上している。実施例2と同様に、ネガランドの作用によって、主分力方向、工具送り方向のいずれにおいても、切り屑生成の反作用として大きな圧縮応力が刃先に負荷され、前記背分力による引っ張り応力をキャンセルすることが耐欠損性の向上に寄与していると推測される。

[0083] ネガランドを、頂角 $\alpha$ の2等分線を基準にして対称形状、かつ、相反する方向に傾く面で構成してネガランドの中央部をノーズR部の頂点側に突き出させたNo.68、No.69の工具は、平面のネガランドを有するもの(No.62、64、66、67)よりも更に切削性



能が向上している。

- [0084] また、この発明の工具はネガランドの効果により、本実施例のような大切り込み、高送り条件で焼入れ鋼を旋削加工する際に大きな問題となっている、太く連続した切り屑の被削材、治工具への絡まりも防止可能という結果が得られた。具体的には、No. 61、63、65、70の従来工具では、300mm前後の長い切り屑が発生していたのに対し、この発明の工具では、いずれも切り屑が60mm以下の処理性に優れる長さに分断されており、自動車部品などのマスプロダクションにおいての設備稼働率の向上、不良品の低減にも効果を奏する。
- [0085] No.66の工具の表面にTiAlN膜をコーティングしたNo.67の工具は、逃げ面摩耗量が大幅に低減されており、コーティング工具となすことで更なる長寿命化を達成している。
- [0086] 以上述べたように、この発明の工具とこれを使用するこの発明の旋削加工方法は、cBN基焼結体のノーズR部近傍のすくい面に切れ刃稜線の位置を3次元的に変化させるネガランドを形成し、旋削加工において被削材の回転方向、工具送り方向のどちらに対してもバニッシュ作用を有する高強度の鈍角切れ刃を形成することを可能ならしめ、さらに、この工具を一般的には考えられない芯下がり角と芯下がり量の状態に配置することで前切れ刃となる稜線にサラエ刃を創成するので、一般に相反する事象であるがゆえに従来工具では不可能であった高送りによる高能率加工と高精度加工を両立させ、なおかつ、安定的な長寿命を達成することができる。また、高精度加工により、被削材の加工面の疲労強度向上や嵌め合わせ部のシール性向上も達成できるという効果を有する。
- [0087] なお、この発明の工具は、焼き入れ鋼の高能率旋削加工に利用すると特に大きな効果を期待できるが、難削材の一種である焼結合金の切削でも優れた効果を期待できる。

## 請求の範囲

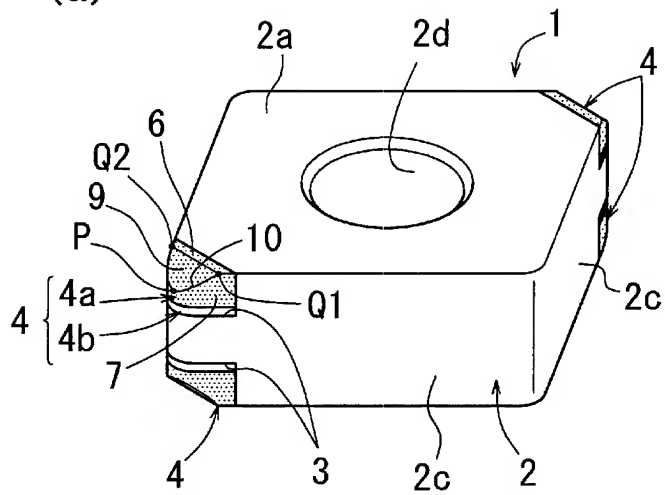
- [1] 切削に関与する部位がcBN基焼結体によって形成された切削工具であって、前記cBN基焼結体が、前逃げ面、横逃げ面、ノーズR、すくい面、及びノーズR部近傍のすくい面に形成されるネガランドを有し、前記ネガランドとすくい面との間に形成される稜線が前記前逃げ面、すくい面及びネガランドの3者が交わるQ1点から横逃げ面、すくい面及びネガランドの3者が交わるQ2点に至り、前逃げ面と前記ネガランドとの間及び横逃げ面と前記ネガランドとの間にそれぞれ形成される切れ刃稜線の位置がノーズR部の頂点Pにおいてすくい面から最大に低下し、その低下量が、頂点Pから前記Q1点とQ2点に向かって次第に小さくなっており、さらに前記頂点Pと前記Q1点を結んだ直線P-Q1のすくい面に対する傾斜角 $\beta'$ が $20^\circ$ 以上、 $35^\circ$ 以下に設定されていることを特徴とする高品位・高能率加工用CBN切削工具。
- [2] ノーズR寸法を0.4mm以上、1.6mm以下、ノーズR部の頂角 $\alpha$ を $55^\circ \sim 90^\circ$ に設定した請求項1に記載の高品位・高能率加工用CBN切削工具。
- [3] ネガランドの幅Wを0.5mm以上、2.0mm以下に設定した請求項1又は2に記載の高品位・高能率加工用CBN切削工具。
- [4] ノーズR寸法を0.8mm以上、1.2mm以下、前記ネガランドの傾斜角 $\beta'$ を $25^\circ$ 以上、 $32^\circ$ 以下、前記ネガランドの幅Wを0.5mm以上、1.5mm以下にそれぞれ設定したcBN基焼結体が超合金製基材のコーナに保持され、そのcBN基焼結体を保持したコーナが複数あり、全体が刃先交換式チップとして構成された請求項2又は3に記載の高品位・高能率加工用CBN切削工具。
- [5] 刃先がノーズR部の頂角 $\alpha$ の2等分線を基準にして対称形状をなす請求項1乃至4のいずれかに記載の高品位・高能率加工用CBN切削工具。
- [6] 前記ネガランドを、頂角 $\alpha$ の2等分線を基準にして対称形状、かつ、相反する方向に傾く面で構成した請求項5に記載の高品位・高能率加工用CBN切削工具。
- [7] 請求項1乃至6のいずれかに記載のCBN切削工具を、使用状態における切れ刃傾き角と横すくい角が共に負、前逃げ角、横逃げ角、前切れ刃角が共に正となり、さらに、ノーズR部の頂点から前記Q1点に至る前切れ刃のすくい面に対する芯下がり角 $\beta$ が $20^\circ \sim 35^\circ$ でネガランドと逃げ面との間に形成される切れ刃稜線のノーズ頂

点Pでの位置が、工具のすくい面と平行な面かつ被削材の回転軸を含む面から0.5 mm以上、1.5 mm以下芯下がりとなる状態に配置し、この工具を被削材に切り込ませ、0.1 mm/rev以上、0.5 mm/rev以下の送りをかけて切削を行う旋削加工方法。

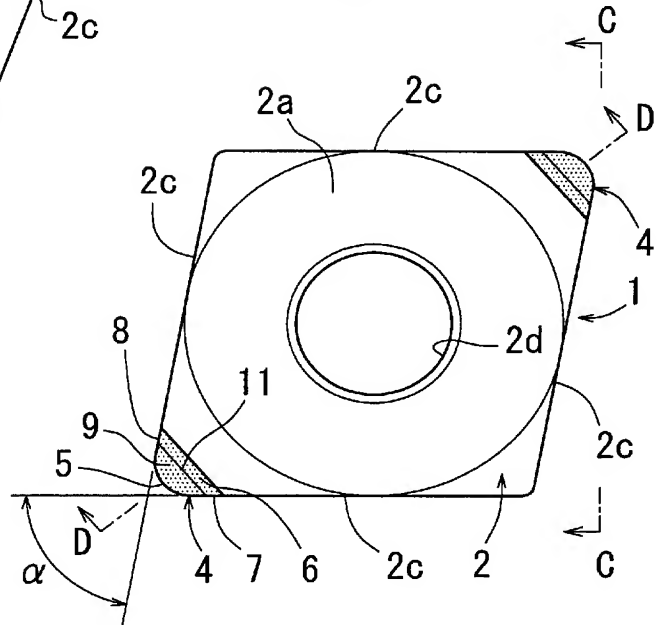
- [8] 切れ刃稜線のノーズ頂点Pでの芯下がり量を0.7 mm以上、1.2 mm以下に設定し、さらに工具の送り量を0.15 mm/rev以上、0.5 mm/rev以下に設定して外径加工を行う請求項7に記載の旋削加工方法。
- [9] 焼き入れ鋼を被削材としてその焼き入れ鋼の旋削加工を行う請求項7又は8に記載の旋削加工方法。

[図1]

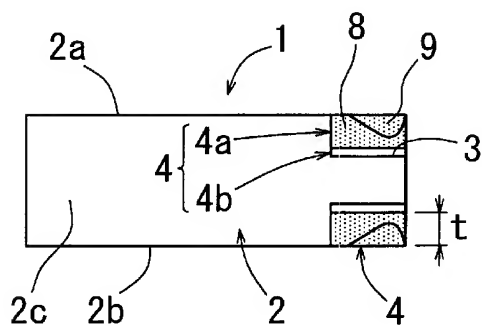
(a)



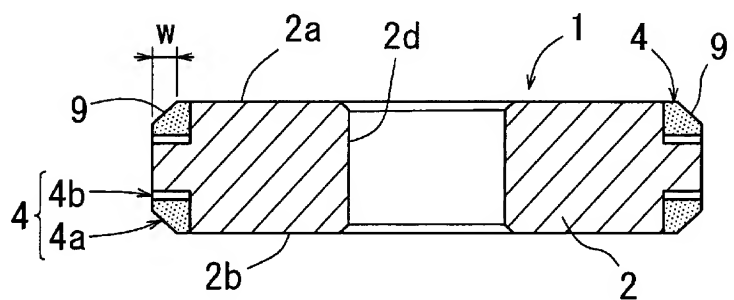
(b)



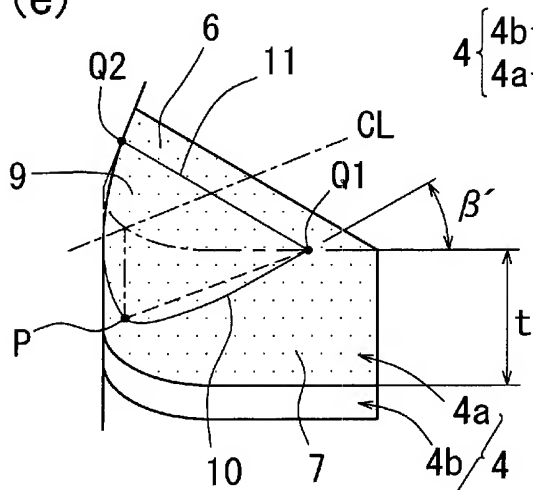
(c)



(d)

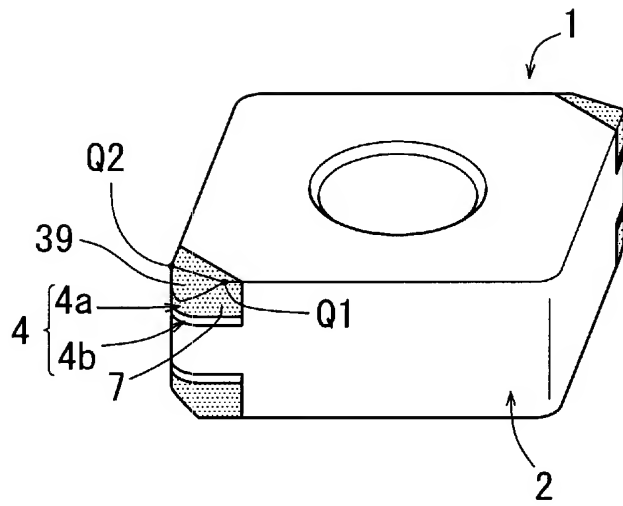


(e)

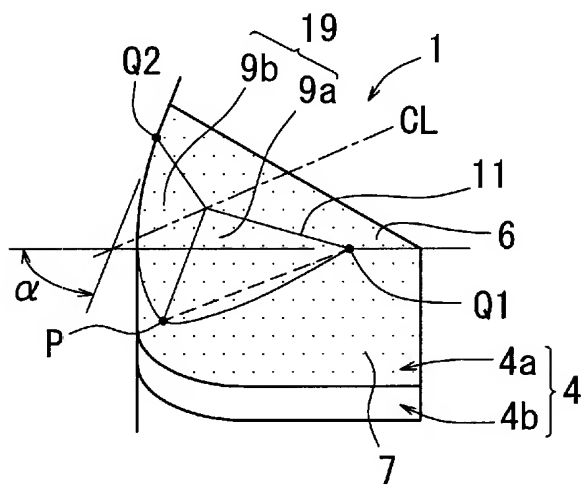


(b)

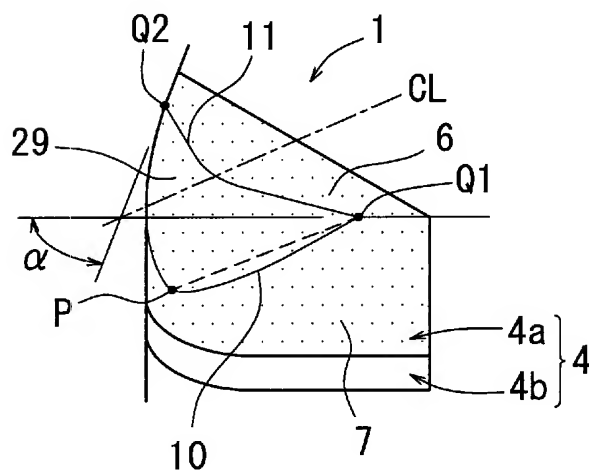
[図4]



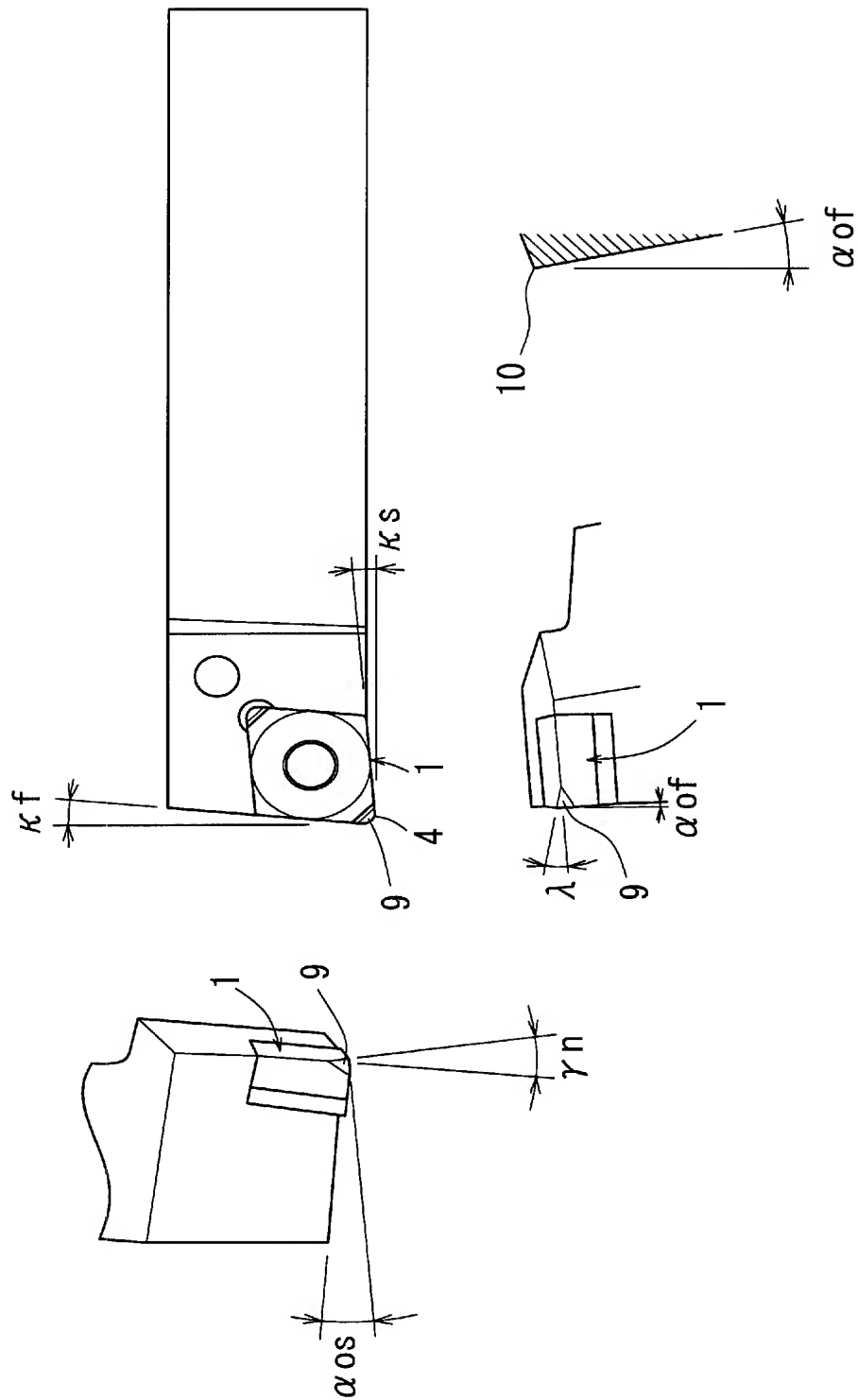
[図5]



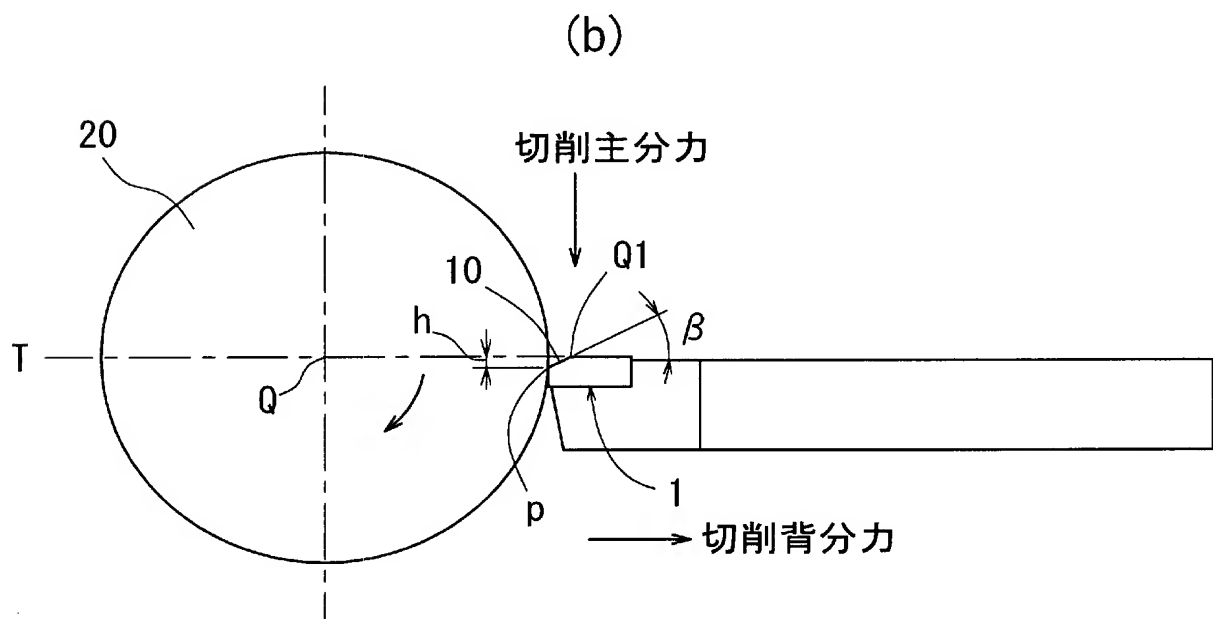
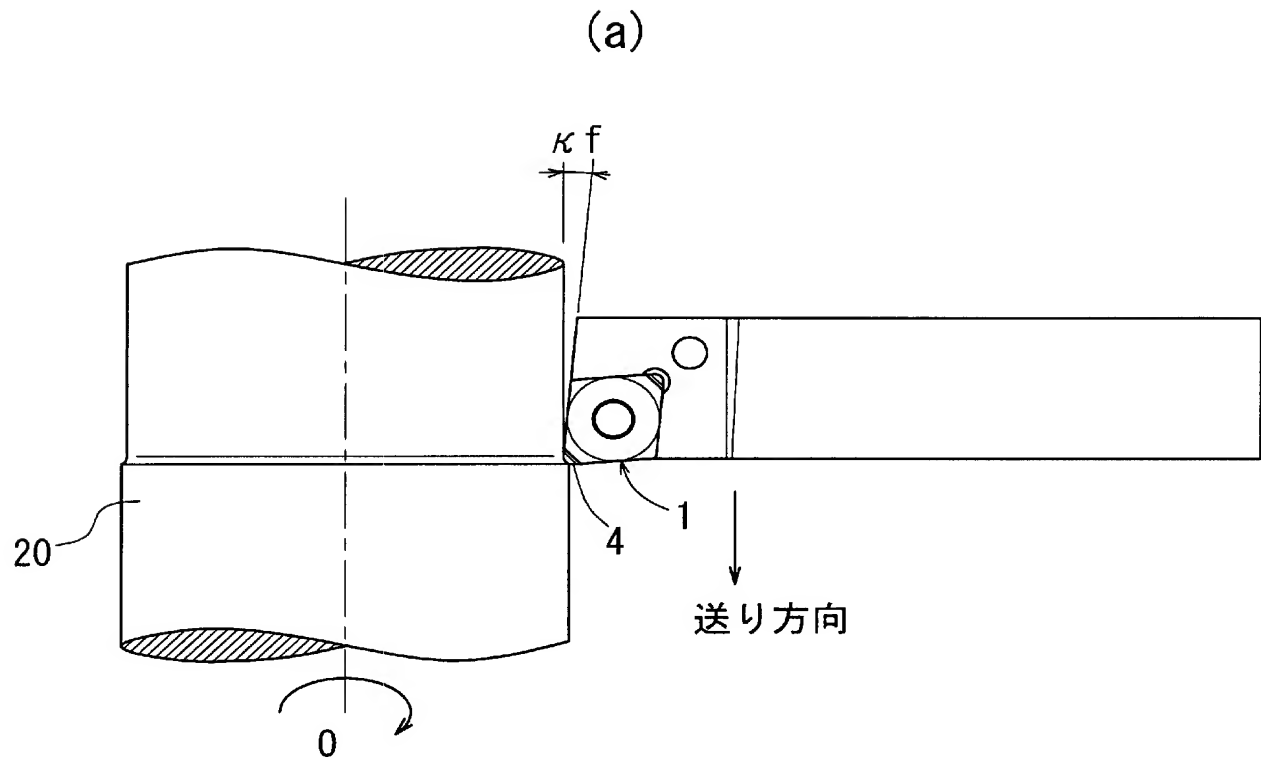
[図6]



[図7]



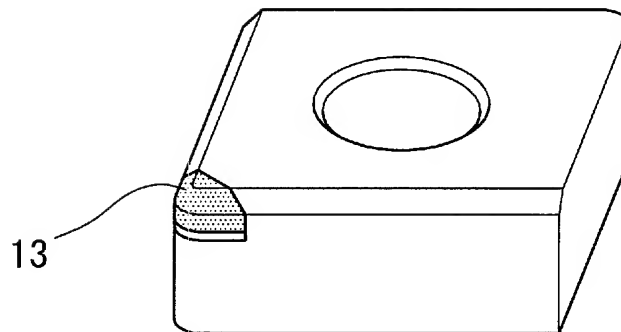
[図8]



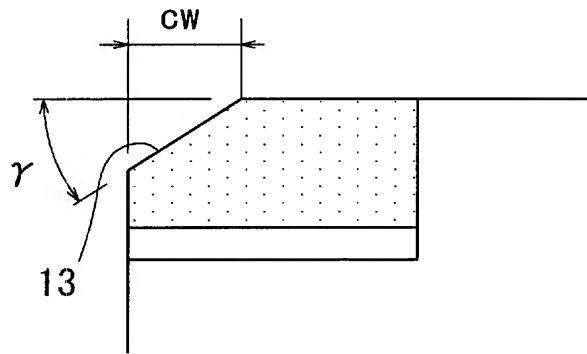


[図9]

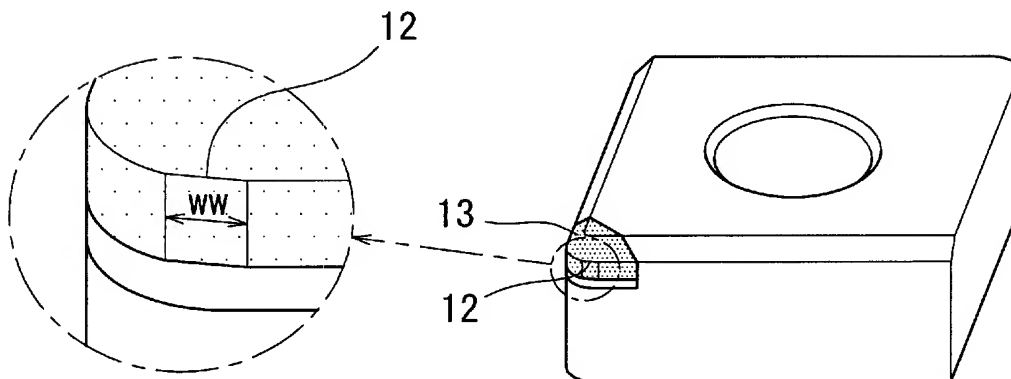
(a)



(b)



[図10]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/305014

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**B23B27/14** (2006.01) , **B23B27/20** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

**B23B27/14** (2006.01) , **B23B27/20** (2006.01) , **B23B27/00** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-175408 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 24 June, 2003 (24.06.03), Full text; all drawings & JP 2001-212703 A & US 6612786 B1 & EP 1122010 A1	1-9
A	JP 11-347807 A (Osaka Diamond Industrial Co., Ltd.), 21 December, 1999 (21.12.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 8-318411 A (Toshiba Tungaloy Co., Ltd.), 03 December, 1996 (03.12.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
13 June, 2006 (13.06.06)

Date of mailing of the international search report  
20 June, 2006 (20.06.06)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/305014

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 1-252307 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 09 October, 1989 (09.10.89), Page 2, upper right column, lines 10 to 17 (Family: none)	7-9
A	JP 8-206902 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 13 August, 1996 (13.08.96), Par. No. [0049] & US 5712030 A & EP 0714719 A1	7-9
A	JP 2005-52911 A (Mitsubishi Materials Corp.), 03 March, 2005 (03.03.05), Par. No. [0016] (Family: none)	7-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
Int.Cl. B23B27/14(2006.01), B23B27/20(2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23B27/14(2006.01), B23B27/20(2006.01), B23B27/00(2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-175408 A（住友電気工業株式会社）2003.06.24, 全文, 全図 & JP 2001-212703 A & US 6612786 B1 & EP 1122010 A1	1-9
A	JP 11-347807 A（大阪ダイヤモンド工業株式会社）1999.12.21, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-9
A	JP 8-318411 A（東芝タンガロイ株式会社）1996.12.03, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.06.2006

国際調査報告の発送日

20.06.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

中村 泰二郎

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

3C

3215

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 1-252307 A (住友電気工業株式会社) 1989. 10. 09, 第 2 頁右上欄 第 10-17 行 (ファミリーなし)	7-9
A	JP 8-206902 A (住友電気工業株式会社) 1996. 08. 13, 段落【0049】 & US 5712030 A & EP 0714719 A1	7-9
A	JP 2005-52911 A (三菱マテリアル株式会社) 2005. 03. 03, 段落【0016】 (ファミリーなし)	7-9